



(19)

(11) Publication number:

10064864 A

Generated Document

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 08218990

(51) Intl. Cl.: H01L 21/304 H01L 21/027

(22) Application date: 21.08.96

(30) Priority:

(43) Date of application  
publication: 06.03.98

(84) Designated  
contracting states:

(71) Applicant: NIKON CORP

(72) Inventor: KAMITAKA NORIAKI  
KONDO HIROYUKI

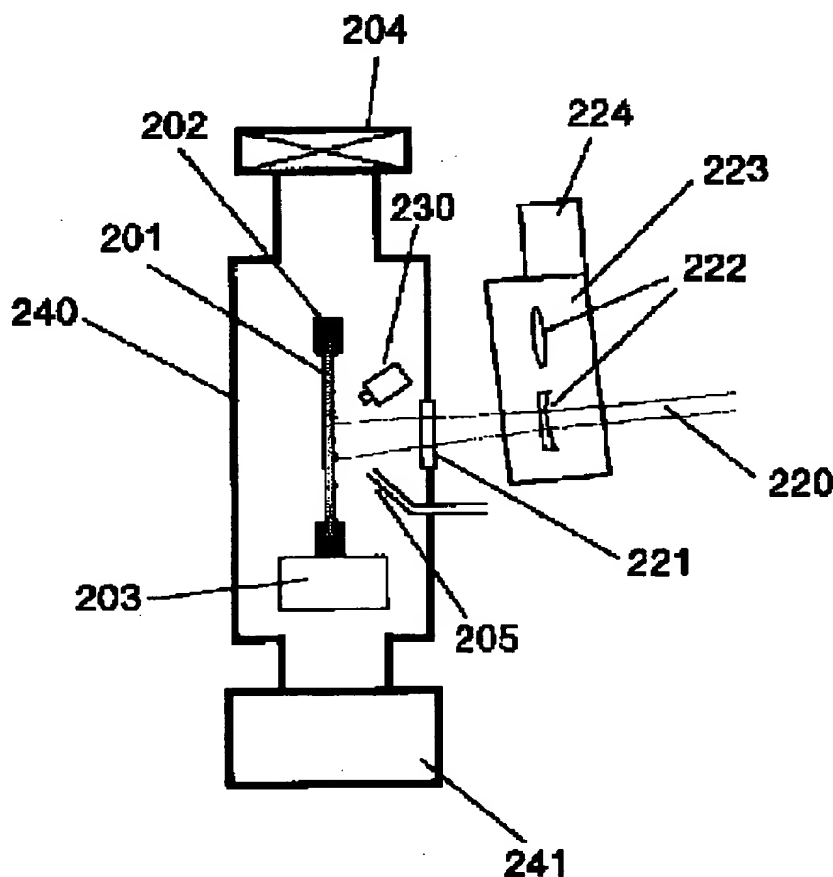
(74) Representative:

## (54) CLEANING DEVICE

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cleaning device which can remove foreign matters with small diameter on an object to be cleaned, and can prevent the uneven surface of the object from being kept uncleaned and further can clean the surface thereof without adhesion due to melting of the foreign matters.

**SOLUTION:** A cleaning device which carries out cleaning by removing foreign matters adhered to the surface of an object 201 to be cleaned, is provided with liquid film formation mechanisms 205, 230 and 241 for forming a liquid film on the surface thereof through dewing and a pulse light irradiation mechanism for emitting a pulse light 220 with variable energy density toward the surface to be cleaned. In such a state where the liquid film is formed on the surface thereof through the pulse light irradiation mechanism, the surface is irradiated with a pulse light through the pulse light irradiation mechanism while its energy density is made successively higher so that the liquid film is evaporated to remove the foreign matters.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-64864

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/304 21/027	3 4 1		H 0 1 L 21/304 21/30	3 4 1 D 5 6 3

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-218990

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月21日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 神高 典明

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 近藤 洋行

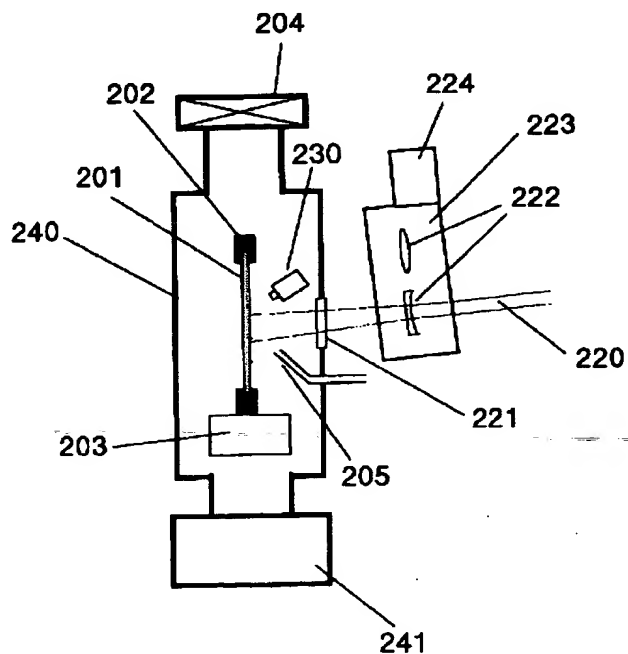
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 洗浄装置

(57) 【要約】

【課題】 洗浄対象物(物体)上の径の小さな異物も除去可能であり、凹凸がある物体表面の洗浄残りを防止することが可能であり、異物の溶融付着を引き起こすことなく、物体表面を洗浄することができる洗浄装置を提供すること。

【解決手段】 洗浄対象物201の表面に付着した異物を除去することにより洗浄を行う洗浄装置において、前記表面に結露による液体の膜を形成する液膜形成機構205、230、241と、洗浄対象面に向けてエネルギー密度可変のパルス光220を照射するパルス光照射機構とを備え、前記液膜形成機構により液膜を形成した状態にて、洗浄対象面に前記パルス機構により低いエネルギー密度から順次高いエネルギー密度のパルス光を照射して前記液膜を蒸発させることにより、前記異物を除去することを特徴とする洗浄装置。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 洗浄対象物の表面に付着した異物を除去することにより洗浄を行う洗浄装置において、

前記表面に結露による液体の膜を形成する液膜形成機構と、洗浄対象面に向けてエネルギー密度可変のパルス光を照射するパルス光照射機構とを備え、前記液膜形成機構により液膜を形成した状態にて、洗浄対象面に前記パルス機構により低いエネルギー密度から順次高いエネルギー密度のパルス光を照射して前記液膜を蒸発させることにより、前記異物を除去することを特徴とする洗浄装置。

【請求項2】 前記液膜形成機構は、前記洗浄対象物を収納する空間内に結露材料ガスを導入するガス導入機構を備えていることを特徴とする請求項1記載の洗浄装置。

【請求項3】 前記液膜形成機構は、前記ガスの温湿度制御機構及び／または前記空間内の温湿度制御機構を備えていることを特徴とする請求項2記載の洗浄装置。

【請求項4】 前記液膜形成機構は、前記洗浄対象物を収納する空間内の温湿度制御機構を備えていることを特徴とする請求項1記載の洗浄装置。

【請求項5】 前記液膜形成機構は、前記洗浄対象物の温度制御機構を備えていることを特徴とする請求項1～4記載の洗浄装置。

【請求項6】 前記液膜形成機構を制御することにより、洗浄対象面に形成される液膜量または液膜厚さを制御する液膜制御機構を設けたことを特徴とする請求項1～5記載の洗浄装置。

【請求項7】 前記液膜制御機構は、洗浄対象面に形成された液膜量または液膜厚さを検出する液膜検出部を備えていることを特徴とする請求項6記載の洗浄装置。

【請求項8】 前記洗浄対象物の表面に付着した異物を検出する異物検出機構を設けたことを特徴とする請求項1～7記載の洗浄装置。

【請求項9】 前記洗浄対象面への前記パルス光の照射位置を調整する照射位置調整機構を設けたことを特徴とする請求項1～8記載の洗浄装置。

【請求項10】 前記洗浄対象物の表面が疎水性の場合には、該表面を親水性に表面改質してから前記洗浄が行われることを特徴とする請求項1～9記載の洗浄装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体露光プロセスにおけるウエハ表面やレチクル表面等の物体表面の洗浄を行う洗浄装置に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】リソグラフィによりシリコンウエハ上に回路パターン等の微細な加工を施す場合、レチクルやウエハの表面に付着した微粒子などのゴミ（異物）は加工の大きな妨げとなり、製品の歩留まり低下させる。この

際に許容されるゴミの粒径は回路パターンの数分の一または十分の一以下であり、そのため、それらの洗浄は重要な技術となっている。

【0003】レチクルやウエハの洗浄法としては、ホコリを生じない布などで拭き取る方法、液体に浸した状態で超音波振動を与える方法などがあるが、現在、もっとも一般的な洗浄方法は洗浄対象物であるウエハなどを塩酸、硫酸、フッ酸、過酸化水素水、水酸化アンモニウムなどの混合溶液に浸すものである。この他、パルスレーザー光の照射を利用するものとして、パルスレーザー光の照射により、洗浄対象物の表面に付着した微粒子に振動を誘起し、付着力を低下させて除去する方法や、水または水蒸気を表面に吹き付けて水の薄い膜を形成したところにレーザー光を照射して、水を瞬間的に蒸発させると同時に微粒子もはぎ取ってしまう方法も提案されている。

【0004】この場合、表面に形成された液膜を透過し、下地（洗浄対象物）に強く吸収される波長の光が効果的であるといわれている。それは、そのような波長のパルス光により洗浄対象物のごく表面が加熱され、その熱により洗浄対象物と液膜の境界付近の液体が加熱・蒸発して、効率よく付着物（異物）を除去できるためである。

**【0005】**

【発明が解決しようとする課題】ウエハ上に形成されるパターン最小線幅の微細化により、許容される付着ゴミの最大径も小さくなっている。一般に、径の小さな粒子ほど多く存在しており、質量に対して付着力が大きくなるので、ウエハから取り去るのが困難であり問題点となっている。

【0006】また、洗浄液にウエハ等の洗浄対象物（物体）を浸す場合には、洗浄液が含む汚れの付着、一度除去された汚れの再付着、物体表面に凹凸がある場合には洗浄されにくい部分が発生しやすい、などの問題点がある。また、パルス光照射による物体表面と付着微粒子の温度上昇を考えた場合、どちらも同程度の吸収を示したとしても、物体表面と付着微粒子の熱接触が十分でなければ、微粒子の方が深さ方向に熱が拡散しないので温度が上がりやすい。

【0007】さらに、光を受ける面積は粒子径の2乗に比例するのに対し、その体積は粒子径の3乗に比例するため、付着微粒子が単位体積当りに吸収するエネルギーは粒子径が小さくなるに従って増大し、より高い温度に加熱される。このような理由により、水薄膜を付着させた場合には、小さな粒子の周囲ほど、より低いエネルギー密度のパルス光照射で水の蒸発が始まると考えられる。

【0008】しかし、一般に物体表面に付着している微粒子の径はまちまちであり、一定のエネルギー密度のパルス光を照射するだけでは物体表面及び各微粒子の温度

がすべて微粒子除去に適した温度となるように加熱することはできない。ここで、パルス光のエネルギー密度が高すぎる場合には、小さな付着微粒子は過剰な加熱により熔融して物体表面に強く付着してしまい、除去がかえって困難になるおそれがあり、問題点となっている。

【0009】本発明は以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、洗浄対象物（物体）上の径の小さな異物も除去可能であり、凹凸がある物体表面の洗浄残りを防止することが可能であり、異物の熔融付着を引き起こすことなく、物体表面を洗浄することができる洗浄装置を提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】そのため、本発明は第一に「洗浄対象物の表面に付着した異物を除去することにより洗浄を行う洗浄装置において、前記表面に結露による液体の膜を形成する液膜形成機構と、洗浄対象面に向けてエネルギー密度可変のパルス光を照射するパルス光照射機構とを備え、前記液膜形成機構により液膜を形成した状態にて、洗浄対象面に前記パルス機構により低いエネルギー密度から順次高いエネルギー密度のパルス光を照射して前記液膜を蒸発させることにより、前記異物を除去することを特徴とする洗浄装置（請求項1）」を提供する。

【0011】また、本発明は第二に「前記液膜形成機構は、前記洗浄対象物を収納する空間内に結露材料ガスを導入するガス導入機構を備えていることを特徴とする請求項1記載の洗浄装置（請求項2）」を提供する。また、本発明は第三に「前記液膜形成機構は、前記ガスの温湿度制御機構及び／または前記空間内の温湿度制御機構を備えていることを特徴とする請求項2記載の洗浄装置（請求項3）」を提供する。

【0012】また、本発明は第四に「前記液膜形成機構は、前記洗浄対象物を収納する空間内の温湿度制御機構を備えていることを特徴とする請求項1記載の洗浄装置（請求項4）」を提供する。また、本発明は第五に「前記液膜形成機構は、前記洗浄対象物の温度制御機構を備えていることを特徴とする請求項1～4記載の洗浄装置（請求項5）」を提供する。

【0013】また、本発明は第六に「前記液膜形成機構を制御することにより、洗浄対象面に形成される液膜量または液膜厚さを制御する液膜制御機構を設けたことを特徴とする請求項1～5記載の洗浄装置（請求項6）」を提供する。また、本発明は第七に「前記液膜制御機構は、洗浄対象面に形成された液膜量または液膜厚さを検出する液膜検出部を備えていることを特徴とする請求項6記載の洗浄装置（請求項7）」を提供する。

【0014】また、本発明は第八に「前記洗浄対象物の表面に付着した異物を検出する異物検出機構を設けたことを特徴とする請求項1～7記載の洗浄装置（請求項8）」を提供する。また、本発明は第九に「前記洗浄対

象面への前記パルス光の照射位置を調整する照射位置調整機構を設けたことを特徴とする請求項1～8記載の洗浄装置（請求項9）」を提供する。

【0015】また、本発明は第十に「前記洗浄対象物の表面が疎水性の場合には、該表面を親水性に表面改質してから前記洗浄が行われることを特徴とする請求項1～9記載の洗浄装置（請求項10）」を提供する。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】本発明の洗浄装置は、洗浄対象物の表面に結露による液体（例えば、水やアルコール）の膜を形成する液膜形成機構と、洗浄対象面に向けてエネルギー密度可変のパルス光を照射するパルス光照射機構とを備え、前記液膜形成機構により液膜を形成した状態にて、洗浄対象面に前記パルス機構により低いエネルギー密度から順次高いエネルギー密度のパルス光を照射して前記液膜を蒸発させることで、より小さなものからより大きなものまで異物を除去することができる。

【0017】本発明の洗浄装置にかかる異物除去の原理を、シリコンウエハ上に付着した微粒子（異物）を除去する例を示す図1を引用して説明する。図1において、シリコンウエハ（洗浄対象物の一例）101の表面に除去しようとする微粒子（異物）110が付着している。微粒子110が付着した面には液膜形成機構により水の膜（液膜の一例）111が形成されており、この状態でパルス光照射機構により波長248nmのパルスレーザー光120（パルス幅20ns）を微粒子110が付着したウエハ表面に照射する。

【0018】パルス光照射機構は、エネルギー密度を10mJ/cm<sup>2</sup>程度から数百mJ/cm<sup>2</sup>程度まで徐々に上げながらパルス光を照射する。このようにパルス光を照射すると、各粒子を除去するのに十分であり、しかも各粒子の熔融を引き起こさない温度にまでそれぞれの粒子が適切に加熱されるので、水の蒸発とともに小さい粒子から大きい粒子まで順番に除去される。

【0019】即ち、小さな粒子は、より低いエネルギー密度のパルス光照射で周囲の水膜が蒸発して除去され、高いエネルギー密度のパルス光が照射されるときには既に小さな粒子は除去された後であるため、小さな粒子が瞬間的な過度の加熱により融解し、ウエハ上に強く付着することはない。このように、本発明の洗浄装置においては、洗浄しようとする表面に照射するパルス光のエネルギー密度を低い値から高い値まで順次上げていくことにより、各サイズの付着微粒子（異物）について加熱し過ぎることなく、異物除去するための適切な加熱を行うことが可能であり、その結果、より小さなものからより大きなものまで付着微粒子（異物）を効果的に除去することができる。

【0020】そのため、本発明の洗浄装置によれば、異物の熔融付着を引き起こすことなく、物体表面に付着した異物の除去を確実に行うことができる。本発明にかか

る液膜形成機構は、洗浄対象物の表面に結露による液体の膜を形成するので、洗浄対象面に凹凸（例えば、微細構造の凹凸）がある場合にも液膜を表面全体にもれなく形成して、パルス光照射による異物の除去（洗浄）を効果的に行うことができる。

【0021】また、本発明にかかる液膜形成機構は、洗浄対象物の表面に結露による液膜を形成する（非常に静的に形成する）ので、洗浄対象物の表面に形成された薄膜や微細構造を破壊することなく、該薄膜や微細構造上に液膜を形成して、効果的に異物除去（洗浄）を行うことができる。本発明の洗浄装置によれば、洗浄対象物を洗浄液に浸す必要がないので、洗浄液に含まれる微粒子などによる汚染のおそれがなく、一度除去された微粒子の再付着のおそれも非常に少ない。

【0022】また、洗浄対象物（例えばSiウエハ）の表面に形成される液膜（例えば水膜）の成分は、結露により生じる純粋な液体（例えば純水）であるため汚染に寄与するおそれはない。さらに結露材料（例えば水）は蒸気として供給すればよいので大量には必要でなく、供給も容易であり、洗浄装置全体としての制御も簡便である。

【0023】本発明にかかる液膜形成機構としては、例えば、洗浄対象物を収納する空間内に結露材料ガスを導入するガス導入機構を備えたもの（請求項2）、前記ガスの温湿度制御機構及び／または前記空間内の温湿度制御機構を備えた請求項2記載のもの（請求項3）、前記空間内の温湿度制御機構を備えたもの（請求項4）、或いは洗浄対象物の温度制御機構を備えた請求項1～4記載のもの（請求項5）が好ましい。

【0024】本発明の洗浄装置には、液膜形成機構を制御することにより、洗浄対象面に形成される液膜量または液膜厚さを制御する液膜制御機構を設けることが好ましい（請求項6）。かかる構成にすると、パルス光を照射したときに、より効果的に、或いは最も効果的に異物を除去することができる量または厚さの液膜を洗浄対象面に形成できる。

【0025】或いは、かかる構成にすると、洗浄対象面に照射するパルス光のエネルギー密度の大きさに応じた適切な量または厚さの液膜を形成して、異物除去（洗浄）効果を増大することができる。かかる液膜制御機構は、液膜量または液膜厚さの制御をよりの確に行うために洗浄対象面に形成された液膜量または液膜厚さを検出する液膜検出部を備えていることが好ましい（請求項7）。

【0026】本発明の洗浄装置には、洗浄残りの発生をよりの確に防止するために、洗浄対象物の表面に付着した異物を検出する異物検出機構を設けることが好ましい（請求項8）。また、本発明の洗浄装置には、洗浄対象物の洗浄を効率的に、かつもれなく行うことができるように、洗浄対象面へのパルス光の照射位置を調整（変

更）する照射位置調整機構を設けることが好ましい（請求項9）。

【0027】また、本発明の洗浄装置においては、前記洗浄対象物の表面が疎水性の場合には、該表面を親水性に表面改質することで、液膜が形成されやすいようにすることが好ましい（請求項10）。以下、本発明を実施例により詳細に説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0028】

【実施例】図2は、本実施例の洗浄装置の概略構成図である。温湿度コントローラ（温湿度制御機構の一例）241により温度と湿度が制御された容器240内に、除去すべき微粒子（異物）が付着したシリコンウエハ201（洗浄対象物の一例）が配置されている。

【0029】ウエハ201は、ウエハ取り入れ口204から容器240の内部に入れられてウエハホルダー202により保持されている。ホルダー202は、ウエハ201とは周辺部のみ接し、中央の付着微粒子を除去すべき部分には両面側とも孔の開いた形状を有しており、また、ウエハホルダー及びウエハの温度は温度コントローラ（温度制御機構の一例）により制御することができる。

【0030】パルス光照射機構は、KrFエキシマレーザー源から発振したパルス光220（波長248nm、パルス幅20ns）をウエハ201の洗浄対象面（微粒子を除去しようとする面）に照射する。ここで、レーザー光220の光路上には、凹レンズまたは凸レンズ222が配置可能であり、さらに光軸方向にも移動できるように、これらのレンズはステージ223上に載置されている。

【0031】ステージの動きはステージ制御部224により制御されており、これによりパルス光照射機構は、洗浄対象面に照射するパルス光のエネルギー密度を自由に变化させることができる。シリコンウエハホルダー202はX-Yステージ203上に載置されており、ステージ203を駆動させることにより、レーザー光220をウエハ201の洗浄対象面全体に照射することができる（照射位置調整機構の一例）。

【0032】微粒子を除去しようとするウエハの洗浄対象面の近くには、ガス導入口205が設けられ、レーザー光220照射時には、容器内雰囲気よりも温度・湿度ともに高い空気がガス導入口205から導入される（ガス導入機構及びガスの温湿度制御機構の一例）。この空気はウエハに触れて冷却され、ウエハ表面には結露が生じ、表面に薄い水の膜（液膜の一例）が形成される。水膜の厚さは厚さ検出器（液膜検出部の一例）230により計測される。

【0033】また、ガス導入口205からの空気の導入（吹き出し）圧力は、ウエハに形成された微細な構造を破壊する恐れがない程度にしてある。付着した微粒子（異物）の除去を行う際に、パルス光照射機構は、まず

凹レンズによりエネルギー密度を下げたパルスレーザー光をウェハ表面に照射する。前記波長(248nm)の光に対して物質は一般に大きな吸収を示し、粒子が光を受ける面積とそれにより加熱される体積の関係から、小さい粒子ほど高い温度に加熱される。

【0034】1~数十回のパルスレーザー光照射を行った後、ステージ223により凹レンズを光軸に沿ってウェハ側に移動させることで、照射光のエネルギー密度を少し高くした状態にて、1~数十回のパルスレーザー光照射を繰り返す。そして、レンズを凸レンズに切り替えることにより、照射光のエネルギー密度をさらに高くした状態にて、1~数十回のパルスレーザー光照射を繰り返す。ここで、凸レンズの使用により出射レーザー光よりも高いエネルギー密度の照射光を得ることができる。

【0035】このような照射過程において、小さい粒子は、より低いエネルギー密度のパルス光照射により十分に熱せられ、また大きい粒子は、より高いエネルギー密度のパルス光照射により十分に熱せられ、周囲の水を瞬間的に沸騰・蒸発させると共にそれぞれの粒子自身も除去される。そのため、照射光のエネルギー密度を低い値から高い値まで変化させると、各エネルギー密度に対応して除去される条件の整った粒子がそれぞれ除去されるので、全ての粒径の微粒子が除去される。

【0036】また、照射光のエネルギー密度が低い値から徐々に高い値に変化するので、小さな粒子は過剰な加熱を受けるエネルギー密度に到達する十分前に除去されてしまう。よって、粒子が溶融によりウェハ表面に強く付着するおそれがない。本実施例の洗浄装置によれば、異物の溶融付着を引き起こすことなく、ウェハ表面に付着した異物の除去(洗浄)を確実に行うことができる。

【0037】本実施例の洗浄装置においては、ウェハ表面に結露による水膜を形成するので、洗浄対象面に凹凸(例えば、微細構造の凹凸)がある場合にも水膜を表面全体にもれなく形成して、パルス光照射による異物の除去(洗浄)を効果的に行うことができる。また、本実施例の洗浄装置においては、ウェハ表面に結露による水膜を形成する(非常に静的に形成する)ので、ウェハ表面に形成された薄膜や微細構造を破壊することなく、該薄膜や微細構造上に水膜を形成して、効果的に異物除去(洗浄)を行うことができる。

【0038】本実施例の洗浄装置においては、ウェハを洗浄液に浸す必要がないので、洗浄液に含まれる微粒子などによる汚染のおそれがなく、一度除去された微粒子の再付着のおそれも非常に少ない。また、ウェハ表面に形成される水膜の成分は、結露により生じる純水であるため汚染に寄与するおそれはない。

【0039】さらに結露材料である水は蒸気として供給すればよいので大量には必要でなく、供給も容易であり、洗浄装置全体としての制御も簡便である。本実施例では、除去された微粒子が再付着しにくいように、ウェ

ハを垂直に立てた状態で、パルスレーザー光の照射をおこなっているが、再付着を阻止する手段を構じた場合はこれに限るものではない。

【0040】本実施例では、ガス導入機構、各温湿度制御機構、温度制御機構及び厚さ検出器が液膜形成機構を構成しているが、通常、ある程度以上の湿度を有する空間であれば、ウェハ表面と付着粒子との間には吸着水が存在している。そのため、ある程度以上の湿度を有する空間を液膜形成機構として利用することも可能であり、前記吸着水へのパルス光照射による蒸発によって十分な異物除去効果が得られる条件(付着粒子の種類、大きさ、雰囲気湿度)であれば、本実施例のような液膜形成機構を特に設ける必要はない。

【0041】通常、シリコンウェハは疎水性であるため、少量の水が付着する場合は薄い膜を形成せず、微小な水滴の成長が見られる程度であるが、アッシング処理を施すとウェハ表面が親水化されて、水膜が形成されやすくなるので好ましい。また、容器内に水蒸気だけでなく、アルコールなどの蒸気を含ませることにより、ウェハ表面にそれらの液膜を形成してもよい。

【0042】また、容器内の圧力は大気圧に限定されるものではなく、結露により液膜が形成される条件であれば、加圧または減圧されていてもよい。また、本実施例では波長248nmのKrFエキシマレーザーを使用しているが、これに限るものではない。

【0043】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明の洗浄装置によれば、洗浄対象物(物体)上の径の小さな異物も除去可能であり、凹凸がある物体表面の洗浄残りを防止することが可能であり、異物の溶融付着を引き起こすことなく、物体表面を洗浄することができる。

【0044】また、洗浄対象物の表面に形成された薄膜や微細構造を破壊することなく、該薄膜や微細構造上に液膜を形成して、効果的に異物除去(洗浄)を行うことができる。また、洗浄液に含まれる微粒子などによる汚染のおそれがなく、一度除去された微粒子の再付着のおそれも非常に少ない。

【0045】また、洗浄対象物の表面に形成される液膜の成分は、結露により生じる純粋な液体であるため汚染に寄与するおそれはない。さらに、結露材料は蒸気として供給すればよいので大量には必要でなく、供給も容易であり、洗浄装置全体としての制御も簡便である。

【図面の簡単な説明】

【図1】は、本発明の洗浄装置にかかる異物除去の原理を説明する概念図である。

【図2】は、実施例の洗浄装置の概略構成図である。

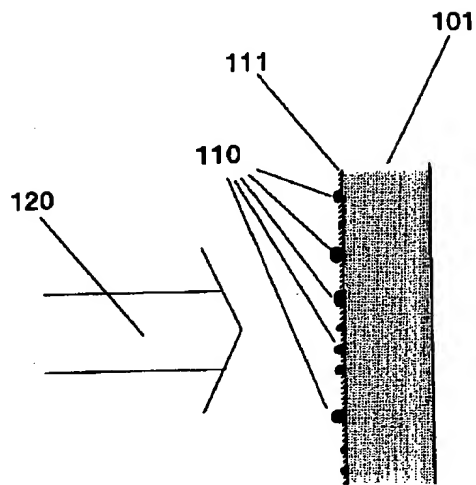
【符号の説明】

- 101、201 シリコンウェハ(洗浄対象物の一例)
- 202 ウェハホルダー
- 203 X-Yステージ

204 ウエハ挿入口  
 205 ガス導入口  
 110 付着した微粒子(異物)  
 111 液膜  
 120, 220 パルス光  
 221 パルス光導入窓  
 222 凸レンズまたは凹レンズ

223 レンズステージ  
 224 ステージ制御部  
 230 液膜厚検出器(液膜検出部の一例)  
 240 容器  
 241 温湿度コントローラ(温湿度制御機構の一例)  
 以上

【図1】



【図2】

